

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-253977

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1343

G02F 1/1335

G09F 9/30

(21)Application number : 09-059528

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 13.03.1997

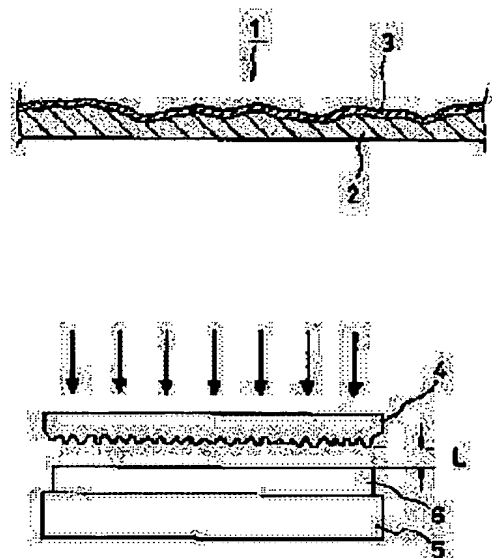
(72)Inventor : NAKAI YUTAKA

(54) REFLECTOR PLATE AND EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reflector plate having a random ruggedness distribution.

SOLUTION: The reflector plate 1 is provided with a substrate 2, on which ruggedness having the displacement distribution of a depth direction corresponding to the intensity distribution of speckles to be generated at the time of irradiating a scatterplate with a coherent light or a quasi-coherent light and a reflection film 3 formed on the substrate 2. The reflector plate 1 has ruggedness corresponding to random speckle patterns to be generated by a stochastic process on its reflection area and since regularity is precluded from the distribution of the ruggedness, the plate 1 can reflect an incident light entering from a prescribed angle so that intensities of reflected lights are smoothly and continuously distributed over the range of prescribed angles around an angle of specular reflection with respect to the incident light without generating diffraction or the like and, especially, the plate 1 is suitable for the reflection electrode of a reflection type liquid crystal display device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

00-40804

(1217
21022)

A'

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-253977

(43) 公開日 平成10年(1998)9月25日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I
G 0 2 F	1/1343	G 0 2 F 1/1343
	1/1335 5 2 0	1/1335 5 2 0
G 0 9 F	9/30 3 4 9	G 0 9 F 9/30 3 4 9 D

審査請求 未請求 請求項の数5

OL

(全18頁)

(21) 出願番号 特願平9-59528

(22) 出願日 平成9年(1997)3月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 中井 豊

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33 株式会

社東芝生産技術研究所内

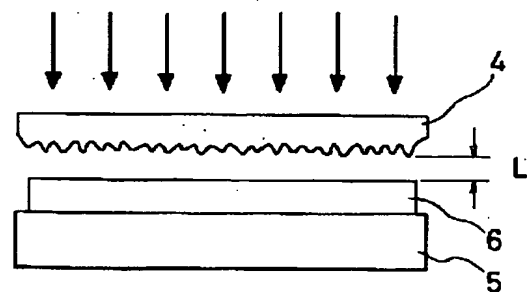
(74) 代理人 弁理士 須山 佐一

(54) 【発明の名称】 反射板および露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ランダムな凹凸分布を有する反射板を提供する。

【解決手段】 反射板1は、散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルの強度分布に対応した深さ方向の変位分布を有する凹凸が形成された基材2と、この基材上に形成された反射膜3とを具備している。この反射板1は確率過程により生じるランダムなスペックルパターンに対応した凹凸をその反射面に有しており、凹凸の分布から規則性は排除されているため回折などを生じることなく、所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって反射光強度が滑らかに連続して分布するように反射することができ、特に反射型液晶表示装置の反射電極に適している。



(1217)
(12022) 可能だが
アスファルト
→ 221-10.

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度で反射光の強度が最大となるように、かつ、前記正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって前記反射光の強度分布が滑らかに連続するように反射することを特徴とする反射板。

【請求項 2】 凹凸が分布した概平面状の領域を反射面として有する反射板において、前記凹凸は、前記概平面状の領域に分布した凹凸の最高地点を基準としたときの凹部の最深部までの深さの分布の平均値を $d_{avr.}$ 、分布の中央値を $d_{cen.}$ としたとき、 $d_{avr.} \leq d_{cen.}$ となるように前記概平面状の領域に分布したことを特徴とする反射板。

【請求項 3】 散乱板と感光性樹脂層とを対向配置し、前記散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルにより前記感光性樹脂層を露光する工程と、前記散乱板と前記感光性樹脂層との間隔を照射する光の空間的コヒーレント長よりも短くなるように調節して前記感光性樹脂層を露光する工程と、前記感光性樹脂層を現像して、前記感光性樹脂層に前記スペックルのスペックル強度分布に対応した凹凸を形成する工程と、現像した前記感光性樹脂層上に反射膜を形成する工程とを有する方法により製造したことを特徴とする反射板。

【請求項 4】 散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルの強度分布に対応した深さ方向の変位分布を有する凹凸が形成された基材と、前記基材上に形成された反射膜とを具備したことを特徴とする反射板。

【請求項 5】 感光性樹脂層と、前記感光性樹脂層と対向するように配設された散乱板と、前記感光性樹脂層が、前記散乱板により生じるスペックルにより露光されるように前記散乱板に準コヒーレント光を照射する光源と、前記感光性樹脂層と前記散乱板との間隔を、前記準コヒーレント光の空間的コヒーレント長程度以下になるように調節する調節手段とを具備したことを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は反射板に関し、特に反射型液晶表示装置の反射電極に用いるのに適した反射板に関する。

【0002】 また、本発明は露光装置に関する。

【0003】

【従来の技術】 従来の CRT に代わる新しい表示装置と

して液晶表示装置などの平面型表示装置が注目されている。液晶表示装置は薄型であること、また低電力動作が可能であることなどから家電、OA 機器など各種電子機器の表示装置として幅広く用いられている。

【0004】 従来の液晶表示装置は、透過型と呼ばれる、液晶表示素子の背面にバックライトと呼ばれる平面型の照明光学系を設けた方式が主流であった。しかしバックライトは消費電力が比較的大きく、液晶表示装置の長所である低電力動作を阻害する大きな要因となっていた。

【0005】 これに対し反射型液晶表示装置は、液晶表示素子の背面に光を反射するための反射板を設け、この反射板により周囲光を前面に反射することにより表示を行うものである。この表示方式ではバックライトが不要なため、大幅な低消費電力化を図ることができる。

【0006】 しかし、液晶層に対する光の透過率は数%～数十%程度と低いために、反射型液晶表示装置においては周囲光の反射だけでは十分な表示品質を確保するための明るさを得ることは困難である。そのため、反射型液晶表示装置は、腕時計、電卓などの特定の用途を除いては実用化が進んでいなかった。しかしながら、近年携帯用電子機器の発達に伴って、消費電力の小さな表示素子の必要性が高まり、反射型液晶表示装置の必要性が見直されてきている。

【0007】 反射型液晶表示装置では、その表示の明るさ、つまり光の反射率が重要なポイントとなるが、前述のように液晶層に対する光の透過率が十分でないため、高い反射率を得るためには高性能な反射板が必要となる。液晶表示装置の反射電極に用いるような反射板の反射特性としては、視角特性の観点からは図 18 に示すような完全拡散の性質を有することが好適である。しかしながら、液晶層の光の透過率の低さを補うためには、特定の方向を中心にある程度の範囲にわたって入射光を強く反射する性能を有する反射面を実現することが望まれている。このような反射面では入射光を完全拡散する反射面に比べて視野角は狭くなるが、特定の方向については完全拡散反射よりも強い反射光強度が得られ、液晶層の光透過率の低さを償うことができる。

【0008】 このような特性を有する反射面を実現するためにいくつかの方法が提案されている。その一つは反射面として鏡面を用いる方法であり、図 19 は鏡面を反射面として有する反射電極を備えた反射型液晶表示装置を模式的に示す図である。

【0009】 この液晶表示装置は、鏡面を反射面とする反射電極 91 が形成されたアレイ基板 92 と、ITO などからなる透明な対向電極 93 が形成された対向基板 94 と、反射電極 91 と対向電極 93 との間に挟持された液晶層 95 とを備えている。なお、図 19 では反射電極に接続された薄膜トランジスタなどの非線形スイッチング素子、配向膜は図示していない。

【0010】このように鏡面を反射面として用いた場合、入射光に対する正反射方向での反射光強度は非常に強いものとなる。しかし正反射方向から少しでもずれた角度から見た場合反射強度はほぼ零になってしまうため、視野角が極めて狭いという問題がある。また、入射光に対する液晶表示装置の表面反射の方向と反射面の正反射方向が一致してしまうため、表示面が白く光って見え、コントラストが著しく低下するという問題もある。

【0011】このような問題を解決するために、反射面に凹凸を形成する方法が提案されている。凹凸の形成により、入射光は正反射方向を中心として、ある程度の範囲に拡散して反射される。したがって正反射方向から僅かにずれた方向では、前述した液晶表示装置からの表面反射を避けることができ、しかもかなりの反射強度を得ることができる。

【0012】反射面に凹凸を形成する方法としては大別して2種類が挙げられる。

【0013】例えば反射面を、金属薄膜を堆積して形成するような場合に、成膜条件等により金属膜の結晶粒を大きく形成することにより、表面の粗い反射面を形成することができる。例えば、アルミニウムは加熱成膜、あるいは酸素、窒素などの不純物の混入により白濁することが知られている。このようにして得られた白濁面は、ある程度の散乱能を有する。また、アルミニウムを約300℃以上に加熱して成膜、あるいは熱処理することにより結晶粒が肥大することが知られている。これを用いると前述の白濁面よりも表面粗さの大きい反射面を得ることができる。さらに化学エッチングにより表面粗さを大きくすることも可能である。

【0014】しかし、このようにして得られた凹凸を有する反射面の特性は、成膜温度、不純物混入比率などに大きく影響され、液晶表示装置の反射電極として用いた場合、表示素子内または表示素子間で反射板の特性が不均一になったりして安定性に欠けるという大きな問題がある。またこのような微妙な光散乱能の制御も困難である。さらに形成された凹凸の変位が可視光の波長に近くなると、散乱能が波長に依存し、反射光が呈色して見えてしまうという問題もある。

【0015】凹凸を形成する別の方法として、反射面の凹凸をフォトリソグラフィ法などの手法を用いて形成する方法が提案されている。

【0016】この手法では、予め凹凸形状を有する基材を形成しておき、その上に高反射率の金属膜などを堆積して反射面を形成する。凹凸の形状としては、平坦な面があると正反射成分の寄与が大きくなるため、曲面から形成されることが望ましい。そのため、例えば樹脂により凹凸を有する下地を形成し、さらに加熱変形させて曲面からなる凹凸を形成することなどの方法も提案されている。図20はこのような凹凸を有する反射面を反射電極として有する反射型液晶表示装置の構成を模式的に示

す図である。この反射電極101は、凹凸形状を形成した基材102と、この基材上に形成した反射性の金属薄膜103とからなっている。

【0017】しかしながら、このような反射面は、凹凸形状を人為的に形成するため、凹凸の平面的な配列から完全に規則性を排除することはできない。凹凸の配列、分布に規則性が存在すると、この規則性に起因して回折光が観察され、その結果反射光が着色するという問題が生じる。また、凹凸の平面方向の分布の規則性だけでなく、凹凸の深さ方向に対しても、凹凸を1工程で形成すると凹凸の深さが均一になり、回折光が生じるという問題がある。

【0018】特に凹凸の分布に強い規則性がある場合には、液晶表示素子に対する視角方向により異なった呈色を示すことになり、特にカラー表示においては深刻な問題となる。また凹凸の分布の規則性が弱い場合であっても、反射方向がわずかに変化しても反射光の強度がばらついてしまうという問題がある。したがって紙のような散乱性物体とは異なって、違和感のあるざらつきを示すため、反射型液晶表示装置に用いる反射板としては問題が大きい。

【0019】これらの問題を解決するためには、ある形成する凹凸の2次元的な分布、深さ方向の分布から規則性を排除する必要がある。ところが、このような規則性を排除しようとする、フォトリソグラフィプロセスを複数回行うなど、工程の増加を必要とし、生産性が大きく低下することになる。また、このような方法によっても規則性を完全に排除することはほとんど不可能である。さらに液晶表示装置の表示領域のような広い面積に、規則性を排除した凹凸を均一に形成することも同様に極めて困難であり、凹凸の微妙な不均一さは反射特性に大きく影響してしまうという問題がある。

【0020】一方、反射電極面に凹凸を形成すると、反射電極面上に塗布焼成などにより形成される図示しない配向膜も、電極形状を反映してしまうために、反射面の凹凸に応じて局所的に液晶の配向が異なるという問題が生じる。さらに反射電極の凹凸により電極近傍の電界が乱れるという問題も生じる。その結果反射電極の凹凸が液晶の応答に影響を及ぼし、コントラストの低下、あるいはヒステリシスの発生といった問題を起こすという問題がある。

【0021】このような問題を解決するためには、配向膜や、その他の平坦化膜を用いて反射電極の上に透光性を有する平坦層を形成することが考えられる。

【0022】図21は、このような反射電極101の凹凸を平坦化するための平坦化層104を備えた反射型液晶表示装置の構成の1例を模式的に示す図である。反射電極101表面の凹凸が平坦化層104により埋められており、この平坦化層104上に配向膜を形成することにより、あるいは平坦化膜104そのものを配向膜とし

て形成することにより、反射電極 101 表面の凹凸に起因する液晶配向の乱れを防止することができる。

【0023】しかし、凹凸を平坦化するためには、平坦化層 104 の厚さを最低でも 1~2 ミクロン程度に成膜する必要がある。液晶層 95 の厚さは一般的に 5~10 ミクロン程度であり、平坦化層 104 による電圧降下は無視できない大きさとなり、液晶層 95 を駆動する能力が大きく低下することになる。

【0024】さらに、図 21 に示したように、凹凸を有する反射電極 101 の反射面の形状の凸部 105 と凹部 106 を比較すると、凹部 106 は図示しない配向膜あるいは平坦化膜 104 によって埋められるが、凸部 105 は高さによっては配向膜または平坦化膜 104 から突き出てしまうことになる。そして、配向膜または平坦化膜 104 から突き出た凸部 105 は液晶配向の乱れあるいは電界の乱れの原因となるという問題がある。一般に不規則な凹凸を形成すると、大きな凹部と同等に凸部 105 のような大きな凸部も多く形成されてしまうため、液晶の駆動にとっては問題が多い。

【0025】図 22 は凹凸を有する反射電極を備えた反射型液晶表示装置の反射特性を説明するための図である。図 22 に示すように、反射電極 101 を液晶層 95 内部に配置した液晶表示装置の場合、斜め入射光に対して、反射電極 101 で反射した光の一部が対向電極 95 で全反射してしまうという問題がある。これは反射電極 101 の散乱性が高くなった場合に特に顕著になる。このため入射光がパネル表面から出射せずに、表示の明るさが低下してしまうという問題がある。このため従来は、ある程度視角特性を犠牲にしても散乱性を落とす必要があった。

【0026】

【発明が解決しようとする課題】このように、特に反射型液晶表示装置の反射電極に適した、特定の方向、範囲に強く反射する性能を有する反射面を得ることは非常に困難である。このような反射板を製造しようとする場合に、鏡面を用いると視野角が極端に狭くなるという問題がある。また、結晶粒の大きい金属膜表面の凹凸を利用した反射面は、反射性能が成膜条件に大きく影響し、光散乱能の制御、安定した反射面の製造が困難とである。またフォトリソグラフィなどの手法を用いて反射面に凹凸を形成した反射板では、凹凸の規則性に起因する回折光の発生により、呈色あるいはぎらつきが発生し、画質を低下させる原因となる。回折光の発生を抑えるためには、凹凸の規則性を排除する必要があるが、回折光を低減させるためには凹凸の不規則性を増加させる必要があり、そのために複雑な工程を要し、生産性が大きく低下する。

【0027】また反射電極の凹凸により、液晶層の配向の乱れや電界の乱れが生じ、コントラストの低下やヒステリシスの発生といった問題が発生し、特に反射電極の

凸部の影響が大きいという問題がある。

【0028】さらに、反射電極の散乱性を高めると、反射電極で反射した光の一部が対向電極で全反射し、パネル表面から出射しない結果、光の利用効率が下がり、表示の明るさを損なうという問題がある。

【0029】本発明はこのような問題を解決するためになされたものである。

【0030】すなわち本発明は、平面方向の分布、深さ方向の分布から規則性を排除した反射面を有する反射板を提供することを目的とする。また工程の増加、複雑化を必要とせずに規則性を排除し、ランダムな凹凸を容易に形成することができる反射板を提供することを目的とする。

【0031】また本発明は、特に反射型液晶表示装置の反射電極に適した反射特性を有する反射板を提供することを目的とする。本発明は所定の方に強い反射強度を有するとともに、ある程度の範囲にわたってある程度の反射強度を有する反射板を提供することを目的とする。また、反射光の回折による着色や、ぎらつきのない優れた反射特性を有する反射板を提供することを目的とする。また反射型液晶表示装置の反射電極に用いた場合にも、コントラストの低下やヒステリシスの発生を抑え、良好な反射特性と液晶駆動特性とを有する反射板を提供することを目的とする。

【0032】

【課題を解決するための手段】このような課題を解決するために本発明は以下のような構成を備えたものである。

【0033】すなわち本発明の反射板は、所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度で反射光の強度が最大となるように、かつ、前記正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって前記反射光の強度分布が滑らかに連続するように反射することを特徴とする。

【0034】また本発明の反射板は、凹凸が分布した概平面状の領域を反射面として有する反射板において、前記凹凸は、前記凹凸の最高地点を基準としたときの凹部の最深部までの深さの分布の平均値を $d_{avr.}$ 、深さの分布の中央値を $d_{cen.}$ としたとき、

$$d_{avr.} \leq d_{cen.}$$

となるように前記概平面状の領域に分布したことを特徴とする。

【0035】また本発明の反射板は、散乱板と感光性樹脂層とを対向配置し、前記散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペckル光により前記感光性樹脂層を露光する工程と、前記散乱板と前記感光性樹脂層との間隔を照射する光の空間的コヒーレント長よりも短くなるように調節して前記感光性樹脂層を露光する工程と、前記感光性樹脂層を現像して、前記感光性樹脂層に前記スペckル光のスペckル強度

分布に対応した凹凸を形成する工程と、現像した前記感光性樹脂層上に反射膜を形成する工程とを有する方法により製造したことを特徴とする。

【0036】また本発明の反射板は、散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルの強度分布に対応した深さ方向の変位分布を有する凹凸が形成された基材と、前記基材上に形成された反射膜とを具備したことを特徴とする。スペックル強度分布に対応した凹凸、すなわち深さ方向の変位分布を有する形状は、例えば光硬化性樹脂などの感光性樹脂を、散乱板を介してコヒーレント光あるいは準コヒーレント光を照射して得られるスペックルにより露光するようにすればよい。

【0037】本発明の露光装置は、感光性樹脂層と、前記感光性樹脂層と対向して配設された散乱板と、前記感光性樹脂層が、前記散乱板により生じるスペックルにより露光されるように前記散乱板に準コヒーレント光を照射する光源と、前記感光性樹脂層と前記散乱板との間隙を、前記準コヒーレント光の空間的コヒーレント長程度以下になるように調節する調節手段とを具備したことを特徴とする。光源と感光性樹脂層との間に散乱板を配設して散乱板の背面から光源光を照射し、前方散乱によりスペックルを得るようにしてもよいし、微小な凹凸面に反射膜を形成した散乱板と感光性樹脂層とを対向させ、その間隙に光源光を照射してスペックルを得るようにしてもよい。例えば、透光性材料からなり、第1の面に散乱面が形成された散乱板と、前記感光性樹脂層が前記散乱板の第1の面と対向するように保持する保持手段と、前記散乱板の第2の面側に配設され、前記感光性樹脂層が前記散乱板を介して露光されるようにコヒーレント光または準コヒーレント光を照射する光源と、前記感光性樹脂層と前記散乱板との間隙を、照射する光の空間的コヒーレント長程度以下になるように調節する調節手段とを具備するようにしてもよい。

【0038】すなわち本発明の反射板は、その反射面が、散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したときに生じるスペックルの強度分布に対応した凹凸により形成された反射板であり、所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって前記反射光強度が滑らかに連続して分布するように反射するものである。

【0039】ここでスペックルについて説明する。多くの物体は光の波長程度の微視的スケールで不規則な形状を有することが一般的である。このような物体に光を照射したときの透過光または反射光は空間の広い範囲に散らばる拡散光となる。特に照射する光が例えばレーザー光のようなコヒーレント光の場合には、拡散光はスペックルパターン (speckle pattern) あるいは単にスペックルとよばれる斑点模様を形成する。この現象はコヒーレントな照射光が例えば散乱板などの拡

散物体によってランダムに散乱され、各点からの散乱波が観測点の各点で重なり合って生じるランダムな干渉現象である。この干渉現象は基本的に光波の位相と密接に関係しており、その特性は拡散物体から出射する光の位相の特性に基づいて記述される。

【0040】位相の異なる光波の重ね合わせとしてのスペックルの複素振幅の簡単な数式表現のひとつに散乱体セルモデルがある。この散乱体セルモデルは、拡散物体の照射領域を位相が一定とみなせる大きさの多数のセルに分割して、各々のセルからの散乱波の重ね合わせとしてスペックルの複素振幅を記述するものである。

【0041】いま時間に関する因子を除いて考えると、観測点 x における振幅 $A(x)$ は式1のように記述される。ここで、 $a_n(x)$ と $i\theta_n(x)$ は n 番目のセルからの散乱波の振幅と位相であり、 N は観測点 x に寄与する散乱体セルの数である。

【数1】

$$A(x) = \sum_{n=1}^N a_n(x) \exp[i\theta_n(x)]$$

さて式1によって表わされるスペックル形成における多数の散乱波の重ね合わせの問題は、古典的なランダムウォーク (random walk) の問題と等価であることが知られている。すなわちスペックルの複素振幅 $A(x)$ の実部 A_r と虚部 A_i により形成される複素平面上的ランダムウォークとして、ランダムなベクトルのベクトル合成として表わすことができる。

【0042】図1は散乱波ベクトルを重ね合わせたベクトル合成を説明するための図であり、図2はスペックル複素振幅の確率分布を説明するための図である。図2では1例としてゼロ平均分布を示している。最終的に合成された複素平面上的点 A は、確率的に生じるスペックルの複素振幅を意味している。確率過程としてのスペックル複素振幅は同じ特性を有する多くの拡散物体に対して観測する空間の異なる点において確率的に変化する。したがって、複素平面上的ランダムウォークとして、スペックル複素振幅は確率分布することになる。

【0043】スペックル形成において、寄与する散乱体セルの数 N が十分多いときには、中央極限定理を適用した場合の複素平面上的分布はガウス分布となることが知られており、平均値がゼロで、原点からの距離のみの関数として表される分布として考えることができる。このような場合、スペックル複素振幅はゼロ平均の円形ガウス統計 (zero mean circular Gaussian statistics) に従うといい、スペックルの位相は $-\pi$ と π との間で一様分布する。

【0044】このとき確率密度分布 $p(A_r, A_i)$ は、式2のように表わされる。

【数2】

$$p(A_r, A_i) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{A_r^2 + A_i^2}{2\sigma^2}\right)$$

ここで、 σ^2 は、

【数3】

$$\sigma^2 = \sigma_r^2 = \sigma_i^2 = \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=1}^N \frac{|a_n|^2}{2}$$

であり、 σ_r^2 、 σ_i^2 はそれぞれ A_r と A_i の分散である。式2に基づくと、観測されるスペックル強度 I ($= A_r^2 + A_i^2$) の確率密度分布は式4のような負の指数分布 (negative exponential distribution) となる。

【数4】

$$p(I) = \frac{I}{\langle I \rangle} \exp(-I/\langle I \rangle) \quad (I \geq 0)$$

ここで $\langle I \rangle$ はスペックル強度 I の統計平均である。

【0045】スペックルパターンの明暗の度合いは、スペックル強度の平均に対する標準偏差の比によって定義されるコントラスト C として式5により記述することができる。

【数5】

$$C = \frac{(\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2)^{1/2}}{\langle I \rangle}$$

このスペックルコントラストは観測面のスペックル強度の明暗の度合いを示すパラメーターであり、式4に従う場合には $\langle I^2 \rangle = 2 \langle I \rangle$ であり、スペックルコントラスト C は1となる。

【0046】このようなスペックルパターンは明暗の鮮明な強度変動として観察され十分に発達したスペックル (fully developed speckle) または通常のスペックル (normal speckle) とよばれる。

【0047】十分に発達した、複素振幅がゼロ平均円形統計に従うスペックルを発生する物体は強い拡散物体 (strong diffuser) とよばれ、通常の粗面物体の多くに該当する。これに対して、表面の粗さが照射光の波長と同程度、あるいはより小さな物体は弱い拡散物体 (weak diffuser) とよばれる。この弱い拡散物体により形成されるスペックル複素振幅は複素平面上で、一般に非ゼロ平均非円形ガウス統計 (non-zero mean non-circular Gaussian statistics) となり、これにともなってスペックル位相も一様分布ではなく、有限の広がりに限られたものとなる。

【0048】このように、照射光がコヒーレントな場合には、観測点と散乱体の距離が離れていても、各散乱体セルからの回折光の重ね合わせにより、明暗の鮮明な、ランダムな光強度分布が形成される。

【0049】したがって、このような確率過程により形成されたランダムな光強度分布に対応した凹凸形状を有する反射面を形成すれば、回折やぎらつきのない、所定

の方向を中心に滑らかに分布した反射強度を有する反射特性を得ることができる。本発明の反射板は、例えば上述したように確率過程により形成されるランダムなスペックル強度分布と対応した物理的な凹凸の分布を有する反射面を具備している。ランダムなスペックル強度分布と対応した物理的な凹凸は、例えば感光性樹脂層を所定のコントラストを有するスペックルにより露光することにより形成することができる。

【0050】さて、コヒーレンシーの弱い光源により散乱体を照射した場合には、各散乱体セルからの回折光の干渉性が弱いために、極めて明暗の弱い (コントラストの小さい) 強度分布しか観察されない。これは、観測点が相関の強い範囲を超えて非常に多数の散乱体セルの寄与を受けているためであると考えられる。したがって本発明では、コヒーレンシーの弱い光源により散乱体を照射した場合でも観測点における強度分布が強くなるように、相関の強い範囲の散乱体セルの寄与を受けるようにしており、観測点と散乱体との間の距離を、照射光の空間的コヒーレント長さ程度以下の距離に設定している。

【0051】例えば本発明の反射板を製造するにあたり、コヒーレンシーの弱い光源を用いる場合には、平面状の散乱板と平面状の感光性樹脂層とを、照射する光源光の空間的コヒーレント長さ程度以下に設定して感光性樹脂層を露光して、感光性樹脂層にスペックル強度分布に対応した凹凸を形成し、この感光性樹脂層上に反射薄膜を形成するようにすればよい。また、感光性樹脂層に形成される凹凸の大きさ (凹凸パターンのコントラスト) は、散乱板と感光性樹脂層との距離の他に、現像液濃度、現像時間などによっても変化する。現像液の濃度を高めたり、現像時間を長くすることにより、樹脂層に形成される凹凸は大きくなる。これは、凹凸のコントラストが高くなることを意味し、したがって、露光時のスペックルコントラストが小さい場合であっても、現像時に凹凸を大きくすることができる。

【0052】このように比較的少数の散乱体セルからの寄与で得られたスペックル強度分布、すなわちコントラスト C は、コヒーレントな光源を用いた場合に比較して小さいけれども、感光性樹脂層などにスペックル強度分布に対応した凹凸を形成するには十分であることを発明者は実験により確認した。

【0053】発明者は実際に水銀ランプからの光をコリメートしたものを照射光として透過性散乱板に照射し、この散乱板表面から $20 \mu\text{m}$ の間隙を保って感光性樹脂層を配置してスペックル強度を測定した。また、水銀ランプの g 線より波長の大きな光を選択的に透過するフィルタを用い、感光性樹脂層としては水銀ランプの g 線近傍に主感度を有するものを用いた。露光量は、感光性樹脂層の残膜厚と露光量との関係が既知な範囲で設定した。図3は感光性樹脂層の残膜厚と露光量との関係の1

例を示す図である。一般に両者の関係は非線形であるが、図3に示したように、両者の関係が線形である領域があり、この領域内で露光量を設定することにより、感光性樹脂層の残膜厚とスペックル強度との関係を算出することができる。

【0054】このような条件で透過性散乱板を通じて感光性樹脂層にコヒーレンシーの弱い光を照射し、露光された感光性樹脂層の凹凸（残膜厚）を測定してスペックル強度分布に換算したところ、 $C=0.3$ 以上のコントラストが得られた。

【0055】また、散乱板と感光性樹脂層との間の距離を変化させてコントラストを測定したところ、距離が大きくなるに従って徐々にコントラストは低下していた。

【0056】少数の散乱体セルからの寄与によって得られたスペックル強度分布は、散乱板自体の有する凹凸を反映するけれども、散乱板の加工段階で、散乱板の凹凸形状には十分なランダム性が組み込まれるため、得られた強度分布も十分なランダム性を有することが分かった。1回の工程で十分なランダム性を得ることができることは、従来の手法に比較して、その意義は大きい。

【0057】このように本発明によれば、1回の工程で、確率過程によって生じるランダムな凹凸形状が形成される。この凹凸形状が実質的に保たれるように金属薄膜などの反射薄膜を形成すれば、所定の方向を中心に滑らかに分布した反射強度を有し、回折やぎらつきのない、極めて優れた反射特性を有する反射板が得られる。また、水銀ランプに代表されるようなコヒーレンシーの低い光源を用いても、確率過程を反映したランダムな凹凸形状を形成するに十分なスペックル強度分布、すなわちコントラストが得られる。これは照射光のコヒーレント長さ程度以下の距離に透過性光散乱板と感光性樹脂を保つことで、相関の強い範囲の散乱体セルのみの寄与を用いていることによる。照射光の空間的コヒーレント長は光源の種類や、光源の大きさにより異なるから、散乱板と感光性樹脂層との間隔は用いる光源の種類や大きさにより設定すればよい。一般的な光源光の空間的コヒーレント長は $100\mu\text{m}$ 程度であるが、発明者は散乱板と感光性樹脂層との間隔を $200\mu\text{m}$ 程度に設定した場合でも必要なコントラストが得られることを確認した。

【0058】ところで前述したように、コヒーレント光のスペックルにおいては、散乱板から遠い位置で観測した場合、振幅はガウス分布、位相は一様分布に従うことが知られており、その結果観測点における光強度分布は負の指数分布になることが知られている。図4はこのような負の指数分布を有するスペックル強度の確率密度分布の1例を示す図である。統計平均で規格化したスペックル強度 $I/\langle I \rangle$ に対するスペックル強度の確率密度 $p(I/\langle I \rangle)$ の分布として示した。

【0059】さて、本発明のように観測点（感光性樹脂層）と散乱板の間隔を短くした場合には、スペックル位

相の分布は一様分布とガウス分布の間の中間的狀態になる。発明者は、実際に感光性樹脂への光照射量と残膜量の関係が線形になる領域でスペックル強度分布を評価し、そのスペックル強度分布は、ほぼ図4に例示したスペックル強度分布と同様な負の指数分布になることを見出した。図5はスペックル強度の確率密度分布と感光性樹脂層の膜減量分布との関係を示す図である。図5

(a)は観測点と散乱板との間隔を照射光の空間的コヒーレント長さ程度以下にした場合のスペックル強度の確率密度分布を示す図であり、図5(b)は観測点と散乱板との間隔を照射光の空間的コヒーレント長さ程度以下にした場合の感光性樹脂層の膜減量の分布を示す図である。

【0060】図5(a)に例示したように、観測点と散乱板との間隔を照射光の空間的コヒーレント長さ程度以下にした場合にも、図4に例示したコヒーレント光のスペックル強度分布と同様に、分布の中央値が平均値以下になるような非対称な分布を有していることが分かった。これは、膜減り量の大きい方に裾が伸びた負の指数分布を有していることと同じであり(図5(b))、感光性樹脂層に形成される凹凸形状には大きく突出した凸部が少ないということである。すなわち、本発明の反射板は、凹凸が分布した概平面状の領域を反射面として有する反射板であって、凹凸は、前記概平面状の領域に分布した凹凸の最高地点を基準としたときの凹部の最深部までの深さの分布の平均値を d_{avr} 、分布の中央値を d_{cen} としたとき、

$$d_{avr} \leq d_{cen}$$

となるように前記概平面状の領域に分布している。凹凸形状の深さ方向分布の平均値が、前記深さ分布の中央値よりも浅いために、本発明の反射板を反射型液晶表示装置の反射電極に適した凹凸形状となる。つまり、大きく突出した凸部が少ないので、平坦化層が形成しやすくなり、また平坦化層による電圧降下も小さくなって液晶の駆動能力が向上する。さらに配向膜または平坦化膜から突き出た凸部がないので、液晶配向の乱れあるいは電界の乱れが抑制される。このように本発明の反射板は、液晶の駆動に影響を及ぼすことなく、反射特性を向上することができる。

【0061】なお、本発明の反射板を製造する際には、照射するスペックル強度と感光性樹脂層の残膜厚との関係が線形である領域だけでなく、線形領域を中心としてその両側の非線形の関係を有する領域を含んでもよい。また、線形領域よりも光強度の強い、飽和領域を用いるようにしてもよい。

【0062】

【発明の実施の形態】以下、本発明についてさらに詳細に説明する。

【0063】(実施形態1)図6は本発明の反射板の構造を模式的に示す図である。

【0064】この反射板1は、散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルの強度分布に対応した深さ方向の変位分布を有する凹凸が形成された基材2と、この基材上に形成された反射膜3とを具備している。

【0065】このような反射板1は、例えば散乱板と感光性樹脂層とを、散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射したとき生じるスペックルにより感光性樹脂層が露光されるように対向配置し、散乱板と感光性樹脂層との間隔を照射する光の空間的コヒーレント長よりも短くなるように調節して感光性樹脂層を露光し、この感光性樹脂層を現像して、感光性樹脂層にスペックル強度分布に対応した凹凸を形成し、さらに現像した感光性樹脂層を基材2としてこの上に反射膜3を形成することにより製造することができる。

【0066】基材2は感光性樹脂層に限ることなく、光強度分布を膜厚の変化として取り出すことのできる部材を用いるようにすればよい。また、反射膜は例えばアルミニウム、銀などの反射率の高い金属薄膜など、所定の波長の光を反射するとともに、基材の凹凸に追従して成膜できる材料を用いるようにすればよい。用途に応じては金、銅などの有色材料を用いるようにしてもよい。

【0067】すなわち、本発明の反射板は確率過程により生じるランダムなスペックルパターンと対応した凹凸をその反射面に有しており、凹凸の分布から規則性は排除されているため、正反射成分と散乱成分とが干渉する。したがって本発明の反射板は、凹凸の平面的あるいは立体的な規則性に起因する回折などを生じることなく、所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって反射光強度が滑らかに連続して分布するように反射する。

【0068】したがって、本発明の反射板を反射型液晶表示装置の反射電極として用いれば、明るく、回折による呈色やざらつきのない高い表示品質を得ることができる。

【0069】（実施形態2）ここで、図6に例示したような本発明の反射板の製造方法の1例についてさらに詳しく説明する。図7は本発明の反射板の製造方法の1例を説明するための図である。散乱板4にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射して生じるスペックルパターンにより、ステージ5の上に配置した感光性樹脂層6を露光する様子を模式的に示している。

【0070】ここで散乱板4について説明する。ここでは、透光性材料からなり、背面から照射された（準）コヒーレント光の前方散乱により生じるスペックルを用いる場合について説明するが、本発明はこのような透光性散乱板に限ることなく反射性の散乱板に光源光を照射し、その反射により生じるスペックルを用いるようにしてもよい。

【0071】透光性散乱板などの散乱板4としては、ガラス基板の主面を研磨したものをを用いることができる。200～800番程度の研磨剤を用い、 $\sigma_a = 20 \sim 60 \mu m$ 程度の表面粗さを有する散乱板4を得た。なお、散乱板4の表面粗さはこの範囲に限定されるものではなく、表面にまだらがなく、外観上は白濁していればよい。また散乱板4は、ブラスト加工などにより形成するようにしてもよい。さらに、フッ酸などガラスの腐蝕剤を用いて表面に凹凸をケミカルエッチングにより形成するようにしてもよい。

【0072】なお、ブラスト、あるいはケミカルエッチングにより散乱板4を形成すれば、加工前にガラス基板上にマスクを形成することにより、基板上の所定の部分に散乱面を選択的に形成することができる。選択的に凹凸を形成した光散乱板を用いれば、この散乱板にコヒーレント光または準コヒーレント光を照射して得られるスペックルにより、感光性樹脂層などにスペックル強度分布に対応した凹凸を形成する際に、凹凸を選択的に形成することができる。例えば、反射型液晶表示装置の反射電極を製造する際には、反射電極の形成パターンに併せて、凹凸を選択的に形成することができる。

【0073】以上述べたような散乱板4を用いることにより、十分なランダム性を有するスペックル強度分布を形成することができることがわかった。

【0074】このような確率過程に基づいたランダムなスペックル強度分布に対応した物理的な凹凸形状に変換する手段として、前述したように感光性樹脂を用いた。感光性樹脂としては、液晶表示装置や各種半導体装置に適した不純物の少ないものを用いることが好適であり、また樹脂表面にアルミニウムなどの金属膜を成膜できるように耐熱性を有するもの、さらに10 μm 程度以下の解像度でパターンニングが可能なものを用いることが好適である。この例では、ポジ型レジストとしてHRCシリーズ（日本合成ゴム製）を用いた。このポジ型レジストをスペックルパターンにより露光した後、TMAH水溶液で現像して、さらに230℃程度の高温でベーキングすることにより、スペックル強度分布と対応した凹凸を有する本発明の反射板の基材を形成した。この基材上にアルミニウム等の反射率の高い金属薄膜を成膜すれば、負の指数分布を有するランダムな凹凸を有する本発明の反射板が形成される。

【0075】前述したように、スペックル強度分布を、この強度分布に対応した凹凸形状に変換する際の対応関係は、感光性樹脂層の感度、散乱板と感光性樹脂層との間の距離の他に、現像液濃度や現像時間にも影響される。

【0076】現像時間を、感光性樹脂が現像され切って抜けてしまわない範囲で長くすることにより、凹凸のコントラストを大きくすることができる。

【0077】また、現像液濃度を高くすると、残膜厚—光強度の関係における直線領域の傾きが急峻になる。し

たがって現像液濃度を高くすることによっても凹凸のコントラストを大きくすることができる。ただし現像液濃度を高くしすぎると、樹脂表面の荒れ、さらには樹脂の剥がれといった問題が生じることもあるので、現像液濃度は、用いる光源のコヒーレンシー、散乱板と感光性樹脂層との間の間隔、用いる感光性樹脂層の照射光に対する感度、現像時間などとともに設定するようにすればよい。

【0078】この例では現像液であるTMAH水溶液の濃度を約0.3~0.7wt.%程度に、好ましくは約0.5wt.%に設定することにより良好な凹凸形状が得られることが分かった。

【0079】このようにして形成したスペckル強度分布と対応した凹凸を有する基材2上に、スパッタ法などによりアルミニウム薄膜を反射膜3として成膜して反射板を形成した。

【0080】図8は、このようにして得られた本発明の反射板の反射面の凹凸形状の1例を示す図である。反射面の所定の直線上(x軸)における凹凸の変位(y軸)として示した。なお、実際の凹凸形状の変位は非常に微小であるために、凹凸の深さ方向のスケールを拡大して示した。

【0081】また図23は、感光性樹脂層の膜減り量の頻度を示すヒストグラムである。図からわかるように、図4に例示したコヒーレント光のスペckル強度分布と同様に、分布の中央値が平均値以下になるような非対称な分布を有していることが分かる。なお、図23のx軸は膜減り量の相対値であり、絶対値ではない。これは、膜減り量の大きい方に裾が伸びた負の指数分布を有していることと同じであり(図5(b)参照)、感光性樹脂層に形成される凹凸形状には大きく突出した凸部が少ないということである。

【0082】すなわち、本発明の反射板は、凹凸が分布した概平面状の領域を反射面として有する反射板であって、凹凸は、前記概平面状の領域に分布した凹凸の最高地点を基準としたときの凹部の最深部までの深さの分布の平均値を d_{avr} 、分布の中央値を d_{cen} としたとき、 $d_{avr} \leq d_{cen}$ となるように概平面状の領域に分布している。凹凸形状の深さ方向分布の平均値が、前記深さ分布の中央値よりも浅いために、本発明の反射板を反射型液晶表示装置の反射電極に適した凹凸形状となる。つまり、大きく突出した凸部が少ないので、平坦化層が形成しやすくなり、また平坦化層による電圧降下も小さくなって液晶の駆動能力が向上する。

【0083】なお、形成する反射膜3はアルミニウム薄膜に限らず、例えば銀などの反射率の高い金属等を用いるようにしてもよい。また、反射板の用途によっては、金、銅といった有色の金属材料からなる反射膜3を成膜するようにしてもよい。

【0084】(実施形態3)図9はこのようにして得られた本発明の反射板の反射特性を示す図である。ここでは、反射板の法線に対して -30° から入射した光の反射特性を示した。図10は規則性をできるだけ排除したマスクパターンを用いて凹凸を形成した従来の反射板の反射特性を、本発明の反射板の反射特性と重ね合わせて示す図である。ここでは、比較のため、全体的なプロファイルが類似した反射特性を示した。これらは正反射方向である $+30^\circ$ 方向に反射強度のピークを有する。

【0085】図9、図10からわかるように、従来の反射板では、その特性曲線が反射角の変化に応じて細かく変動している。これは目視ではざらつき感として視認され、極端な場合には表示画像が呈色してしまうなど、著しい表示画質の低下を招く。図10に例示したような従来の反射板の反射特性は、マスクパターンにより反射面の凹凸を形成するため、どうしても規則性が排除されておらず、残存した規則性によって干渉が生じているためである。

【0086】これに対して本発明の反射板は、露光・現像の回数は1回であるが、その凹凸形状は確率過程によりランダムに形成されており、規則性は全くなく、反射特性曲線も非常に滑らかになっている。このため所定の角度から入射する入射光を、この入射光に対する正反射角度で反射光の強度が最大となるように、かつ、正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって反射光の強度分布が滑らかに連続するように反射することができる。すなわち本発明の反射板はざらつき感もなく、きわめて自然な反射特性を得ることができる。しかもこのような優れた反射特性をわずか1回の工程で容易に実現することができる。

【0087】ところで既に述べたように、反射電極に凹凸が存在すると、凹凸が液晶の駆動に影響を及ぼし、コントラストの低下あるいはヒステリシスの発生といった問題を引き起こす。また平坦化膜や配向膜を電極上面に形成することを考えると、電極面の大きな凸部よりも大きな凹部の方が液晶の動作に与える影響は小さいことにも触れた。すなわち図5(b)のように、反射面を構成する凹凸形状の最も高い地点を基準としたときの凹凸の深さ方向の変位、すなわち膜減り量の反射面内の分布が非対称で、膜減り量が大きい方に裾が伸びた分布を有する方が、液晶の駆動を考慮すると好適である。

【0088】本発明の反射板の反射面に形成されたスペckル強度分布と対応した凹凸形状の評価した所、図5(b)に示したような非対称な分布を有しており、かつ膜減り量の大きい方に裾が伸びた分布を有していた。すなわち、この反射板の凹凸は、概平面状の領域に分布した凹凸の最高地点を基準としたときの凹部の最深部までの深さの分布の平均値を d_{avr} 、分布の中央値を d_{cen} としたとき、

$$d_{avr} \leq d_{cen}.$$

となるように概平面状の領域に分布している。

【0089】このように本発明のように散乱板により生成したスペックル強度分布を適当な変換手段を用いて物理的な凹凸形状に変えることで、優れた反射特性を有するとともに液晶の駆動動作に影響の小さい反射板を得ることができる。

【0090】なお本発明は、図3に例示したような光強度と残膜厚の関係が線形である領域のみを用いることに限定されない。光強度と残膜厚の関係が線形な領域を中心として、その両側の非線形領域を含んでもよい。また、線形領域よりも光強度の強い、飽和領域を用いるようにしてもよい。

【0091】ところで、散乱板をレーザーのようなコヒーレント光で照射し、その前方散乱をホログラム用感光材料で記録したホログラフィック散乱板(Holographic Diffuser)に関する記述がOPTICAL ENGINEERING(1994/Vol. 33 No. 1/p. 213)にある。これによると、感光材料面には、図11(a)に示すように、散乱板を透過した光の強い直進成分と散乱成分の干渉に応じた情報が記録される。これは強い直進成分を参照光、散乱成分を物体光と見るとインラインホログラフィの原理と同一になる。この散乱板に再生光を照射すると、参照光と同一方向から照射した場合は0次回折光と、像に相当する散乱光が主に回折により再現される(図11

(b))。再生光を斜めにずらすと、徐々に散乱光が弱まり、0次回折光が強くなることになる(回折効率が低下する)。

【0092】以上は光透過型散乱板を用いた場合であるが、感光材料に凹凸を有するものを用い、表面を反射性物質で覆った場合も、入射光を再生光、正反射光を0次回折光、散乱光を再生像と考えれば同様の議論が可能である。図12は本発明の反射板を用いた反射型液晶表示装置の反射特性を示す図である。すなわち垂直方向に近い方向からの入射光に対しては図12(a)に示すように散乱性が強く、斜め方向からの入射光に対しては、図12(b)に示すように散乱性が弱まる。その結果前述したように、反射電極の散乱性により、反射電極で反射した光の一部が対向電極で全反射してパネル表面から出射しないために、光の利用効率が向上し、明るい表示を得ることができる。

【0093】(実施形態4)つぎに、上述したような本発明の反射板を、反射型液晶表示装置に適用した例について説明する。

【0094】図13は本発明の反射板を反射電極として備えた反射型液晶表示装置の画素の構造を概略的に示す図である。また図14はこの液晶表示装置の構成の1例を概略的に示す図である。この液晶表示装置20は、反射電極(画素電極)21などを形成したアレイ基板22と、対向電極23を形成した対向基板24との間に液晶

層25を挟持したものである。反射電極20画素は薄膜トランジスタ26と接続されている。すなわちこの薄膜トランジスタ26は走査線27と接続したゲート電極13によりオン・オフし、オン状態のとき信号線28に印加される表示信号電圧が、薄膜トランジスタのドレイン電極14とソース電極15とを通じて画素電極である反射電極21に印加され、液晶層25が駆動される。

【0095】このような画素を表示領域にマトリクス状に配置することにより、入射光を2次元的に変調して表示が行われる。

【0096】アレイ基板22は、ガラスなどの絶縁性基板29上に走査線27およびこの走査線27と接続したゲート電極13、補助容量線30と、ゲート絶縁膜31を形成し、さらにa-Si、p-Siなどの半導体層32、ドレイン電極14、ソース電極15、図示しないパッシベーション膜が形成されている。

【0097】この上に、基材2となる感光性樹脂層6として、例えば前述のHRCシリーズ(日本合成ゴム製)を塗布し、プリベークした。そして光源として水銀ランプを用い、この光源からの光をフィルタで単色にした後コリメートして透光性散乱板4に照射してスペックルを得た。プリベークした感光性樹脂層6と透光性散乱板4を光源光の空間的コヒーレント長さ程度以下に近接させ、前述したような条件で露光した。さらに、反射電極21の反射膜3と薄膜トランジスタ26のソース電極15との間の電気的接続を得るためのコンタクトホール33を形成するため、所定パターンのマスクを用いて感光性樹脂6を二重露光した。このとき、コンタクトホール33の部分の感光性樹脂層6が現像で抜けるように露光した。

【0098】次にコンタクトホール33の部分の感光性樹脂層6が現像で抜けるように、かつ、かつそれ以外の領域に露光したスペックル強度分布に対応した凹凸が形成されるように感光性樹脂層6を現像、ベーキングして、スペックル強度分布と対応した3次元的な凹凸分布有する基材2を得た。この段階ではコンタクトホール33の形成された領域にはソース電極15が露出しており、それ以外領域には透過性光散乱板の光強度分布に応じたランダムな凹凸形状が形成されている。露光工程は後述するような本発明の露光装置を用いるようにしてもよい。

【0099】次に感光性樹脂層6上にアルミニウムをスパッタ法で成膜し、所定の電極形状にパターンニングして、スペックル強度分布と対応した3次元的な凹凸分布有する反射電極1を形成した。

【0100】このようにして得られたアレイ基板22を、対向電極3を有する対向基板との間に、スペーサーなどにより一定の間隙を保って貼り合わせ、間隙に液晶を注入して反射型液晶表示装置20を得た。

【0101】この液晶表示装置20の表示領域に周囲か

ら入射した光は、液晶層25による光の強度変調を受け、反射電極21で反射、散乱された後、再び液晶層25を通して出射される。

【0102】この例では液晶層25を構成する液晶組成物として2色性色素をゲストとして混入したゲスト・ホストモードを用いたが、TN、STN、ECBなど、特に使用する液晶モードに限定されるものではない。

【0103】このような本発明の反射板を反射電極21として備えた液晶表示装置20は、前述したように完全なランダム性を有する凹凸のよりその反射面が構成されてお

り、ざらつき感や呈色のない、極めて自然な高い表示品質を実現することができる。また、ランダム性を有する反射電極21の凹凸形状を、最少の工程で形成することができるため、生産性も大きく向上することができる。

【0104】またスペックルを得るために、レーザーなどを用いる必要がなく、水銀ランプなどの高輝度光源が使用できるため、大面積の一括照射にも有利である。

【0105】さらに本実施例では、反射電極の凹凸に起因するコントラストの低下やヒステリシスの発生を抑えた、良好な表示特性を実現することができた。

【0106】なお、光散乱板は透過型に限定されるものではない。図15は反射性の散乱板を用いて感光性樹脂層を露光する様子を模式的に示す図である。図15に例示するように、微小な凹凸を有する散乱面に反射膜4cを形成した散乱性反射板4bを感光性樹脂層6に近接させ、間隙にコヒーレント光あるいは準コヒーレント光を照射するようにしてもよい。

【0107】(実施形態5) 前述した実施形態では、感光性樹脂層6上にスペックル強度と対応した凹凸を形成するために、透光性散乱板4をマスクとして感光性樹脂層6に光を照射する工程と、コンタクトホール33を形成するために感光性樹脂層6にコンタクトホール33の形状に光を照射する工程が必要である。したがって、露光を2度行う必要がある。1回の露光工程で凹凸形状とコンタクトホールを形成するためには、散乱板として、散乱性を有する領域を選択的に散乱板を用いればよい。また、凹凸形成領域(反射面)と、樹脂完全除去領域(コンタクトホール)においては露光量に差異を持たせる必要があるため、選択的に透過率を制御する層を形成してやればよい。以下にこのような散乱板について説明する。

【0108】図16(a)は散乱能の異なる領域を有する散乱板の構成を模式的に示す図である。この散乱板40は、散乱能の高い領域Aと散乱能の低い領域Bとを有している。すなわち、散乱板40の表面を、アレイ基板のコンタクトホール形成部や、その他の感光性樹脂を完全に露光・除去する部分に対応するB領域には、照射光が散乱されずに透過するようになっている。

【0109】このように、透過光を散乱する領域(A)

と、散乱せずに透過する領域(B)とを形成するために、予め散乱板40の表面に保護層41を形成した(図16(b))。保護層41をそして、図16(c)のように表面を粗面化処理することにより図16(a)のような散乱板を得ることができる。粗面化処理の具体的な手法としては、例えば化学エッチングやブラスト処理などを用いるようにすればよい。この例ではガラス基板を用い、フッ酸でエッチングすることによりその表面を粗面化した。

【0110】次に粗面化された面に、保護層41を残したまま、アルミニウム薄膜をスパッタ法などにより成膜し、半透膜42を形成した。半透膜42の膜厚は露光時に照射する光の一部が透過する程度である。ここでは10nmとした。なお半透膜42の厚さ、材質は感光性樹脂の露光量と膜減り量の関係に応じて調整すればよく、これに限定されるものではない。

【0111】半透膜42を形成した後、保護層41を溶媒中で剥離した。保護層41に付着した半透膜42は、リフトオフにより除去される。その結果凹凸を形成する領域(図中A)は、表面に凹凸が形成され、かつ半透膜24の影響で照射強度が低下する。一方、感光性樹脂を完全に露光・除去する領域(図中B)は、表面に凹凸が形成されていないため形状を正確に写すことができ、さらに半透膜42が形成されていないため、領域Aに比較して露光量が多くなり、その結果凹凸形状の露光と、コンタクトホールに代表される完全除去領域のための露光を1回の露光で実現することができた。

【0112】半透膜42の膜厚は一定にする必要はなく、多数回の半透膜成膜工程とリフトオフ、あるいはエッチングにより選択的に半透膜の膜厚すなわち透過率を変えるようにしてもよい。また粗面化領域A内に選択的に膜厚を変えて、半透膜を形成すれば、散乱特性の異なる領域を選択的に形成することが可能となる。

【0113】半透膜42の形成領域は表面に粗面化領域に限定されるものではない。平坦な領域Bに半透膜42を選択的に形成するようにしてもよい。

【0114】(実施形態6) 図17は本発明の露光装置の構成の1例を概略的に示す図である。この露光装置50は、散乱板4に準コヒーレント光を照射して生じるスペックルパターンにより感光性樹脂層6を露光するためのものであり、この構成では準コヒーレント光を散乱板に照射する照射光学系として、準コヒーレント光を与える光源51、リフレクタ52、フィルタ53、シャッター54、例えばoptical integrator、フライアイレンズなどの光強度均一化手段55、アパチャー56、チューニングミラー57、レンズ58とを備えている。

【0115】これらは、冷却手段を備えたチャンバー59内に配設されている。ここでは光源としてHg-ARランプを用いており、リフレクタ52は楕円形状を

有したものをを用いた。光源51から出射した光源光は、高効率なリフレクタ52により反射、集光され赤外フィルターであるビームスプリッター（コールドミラー）で反射されソレノイドシャッター54に入射する。シャッター54を通過した光源光は、光強度均一化手段55を経て、アパチャー56で平行度を制御され、チューニングミラーで反射して、レンズ57により平行光化されて散乱板4の背面に入射する。散乱板4に入射した光源光は散乱され、そのスペックルパターンが感光性樹脂層6に露光される。

【0116】このような光学系により単色光化され、平行光化された光源光は散乱板4の背面に入射し、その前方散乱光としてすでに説明したスペックルを生ずる。

【0117】そして本発明の露光装置は、散乱板4と感光性樹脂層6との間隙Lが、光源光の空間的コヒーレント長さと同様か、これより短くなるように調節するための調節手段を備えている。図17の例ではステージ5をサーボモーターにより上下動できるようになっており、散乱板4と感光性樹脂層6との間隙Lを精度よく調節することができる。なお、散乱板4と感光性樹脂層6との間隙Lは、散乱板4の表面に形成された凹凸のうち、最も大きな凸部の先端から、感光性樹脂層6の表面までの距離としている。なお平行光が垂直に入射する以外にも、例えば斜め入射や、局所的に光の入射方向が異なっているようによい。

【0118】このように本発明の露光装置では、散乱板4と感光性樹脂層6との間隙Lを光源光の空間的コヒーレント長さと同様か、これより短くなるように調節することにより、コヒーレンシーの低い光源を用いても、感光性樹脂層6に散乱板4によって生じるランダムなスペックルパターンを写し取り、スペックル強度分布と対応した凹凸を得ることができる。

【0119】この例ではステージ5を動かして間隙Lを調節するような構成について説明したが、散乱板4を上下動するようにしてもよい。

【0120】光源51は水銀ランプに限ることなく、他のハロゲンランプ、キセノンランプなどを用いることができ、またレーザー光源などのコヒーレント光源を用いることももちろん可能だが、例えば液晶表示装置のアレキ基板など、大面積を所定の照射強度で一括照射することのできるような高輝度光源を用いることが好適である。また、光源は、その波長が用いる感光性樹脂層の感光する波長域に対応するようなものを用いればよいが、フィルタなどを用いて照射光の波長を選択するようにしてもよい。また、照射光学系に応じて用いる感光性樹脂層6の感度を変えるようにしてもよい。

【0121】光源51にコヒーレンシーの低い光を用いても、照射する光の波長域をフィルタなどを用いて選択したり、感光性樹脂層6の感度を調節することにより、感光性樹脂層6に形成する凹凸のコントラストを調節す

ることができる。例えば感度の高い感光性樹脂層6を用いることにより、スペックル強度分布を強調した、よりコントラストの高い凹凸として感光性樹脂層6に形成することができる。なお、凹凸のコントラストは前述したように、現像液濃度や現像時間とともに調節するようにすればよい。

【0122】このように本発明の露光装置は、例えば水銀ランプのような準コヒーレント光源を用いて、所定のコントラストを有するスペックルパターンを露光することができる。また、スペックルパターンが露光される感光性樹脂層の各点は、その近傍の散乱板からの散乱光の合成によって照射光強度が決まるため、光源としてコヒーレンシーの低い水銀ランプなどを用いても、散乱板と感光性樹脂層との距離を光源光のコヒーレント長程度か、それ以下に設定することで、凹凸の形成に十分なスペックルコントラストが得ることができる。したがって、水銀ランプなどのコヒーレント光源に比べて輝度の高い光源を用いることができるため、大面積の一括照射することができる。したがって、露光装置のコストを低減することができると同時に、露光工程での生産性を向上することができる。

【0123】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の反射板は確率過程にしたがったランダムなスペックル強度分布と対応した凹凸が分布した反射面を有した反射板である。このような本発明の反射板は凹凸がランダムに形成され、規則性は排除されているために、入射光を、この入射光に対する正反射角度を中心とする所定の角度範囲にわたって反射光強度が滑らかに連続して分布するように反射するとともに、回折を生じない反射特性を得ることができる。したがって、本発明の反射板を反射型液晶表示装置の反射電極に用いることにより、明るく、視野角が大きく、かつ回折による呈色やざらつきのない優れた表示品質を得ることができる。

【0124】さらに本発明の反射板の凹凸の分布は、大きな凹部の頻度の方が大きな凸部の頻度よりも大きな、負の指数分布を有している、したがって、反射電極上に配向膜、平坦化層から突出した凸部を少なくして、反射電極の凹凸に起因するコントラストの低下やヒステリシスの発生を抑えた、良好な表示特性を実現することができる。

【0125】また、本発明の露光装置によれば、散乱板から生じたスペックルパターンを感光性樹脂層などに写し取ることにより、完全なランダム性を有する凹凸形状を最少の工程で形成することができる。また本発明の露光装置では、感光性樹脂層の各点の照射強度は、その近傍のみからの相関の強い部分からの散乱光の合成によって決まるため、光源としてコヒーレンシーの低い水銀ランプなどを用いても、散乱板と感光性樹脂層との距離をコヒーレント長程度か、それ以下にすることで、凹凸の

形成するために十分なスペックルコントラストを得ることができる。したがって、水銀ランプなどの高輝度光源が使用することができ、大面積の一括照射に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】散乱波ベクトルを重ね合わせたベクトル合成を説明するための図。

【図 2】スペックル複素振幅の確率分布を説明するための図。

【図 3】感光性樹脂層と残膜厚と露光量との関係の 1 例を示す図。

【図 4】負の指数分布を有するスペックル強度の確率密度分布の 1 例を示す図。

【図 5】スペックル強度の確率密度分布と感光性樹脂層の膜減量分布との関係を示す図。

【図 6】本発明の反射板の構造の 1 例を模式的に示す図。

【図 7】本発明の反射板の製造方法の 1 例を説明するための図

【図 8】本発明の反射板の反射面の凹凸形状の 1 例を示す図。

【図 9】本発明の反射板の反射特性を示す図

【図 10】従来の反射板の反射特性を、本発明の反射板の反射特性と重ね合わせて示した図。

【図 11】インラインホログラフィの原理を説明するための図。

【図 12】本発明の反射板を用いた反射型液晶表示装置の反射特性を示す図。

【図 13】本発明の反射板を反射電極として備えた反射型液晶表示装置の画素の構造を概略的に示す図。

【図 14】本発明の反射板を反射電極として備えた反射型液晶表示装置の構成の 1 例を概略的に示す図。

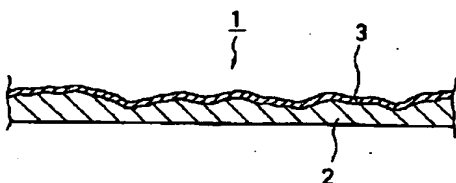
【図 15】反射性の散乱板を用いて感光性樹脂層を露光する様子を模式的に示す図。

【図 16】散乱能の異なる領域を有する散乱板について説明するための図。

【図 17】本発明の露光装置の構成の 1 例を概略的に示す図

【図 18】完全拡散の反射特性を説明するための図。

【図 6】



【図 19】鏡面を反射面として有する反射電極を備えた反射型液晶表示装置を模式的に示す図

【図 20】凹凸を有する反射面を反射電極として有する反射型液晶表示装置の構成を模式的に示す図。

【図 21】反射電極の凹凸を平坦化するための平坦化層を備えた反射型液晶表示装置の構成の 1 例を模式的に示す図。

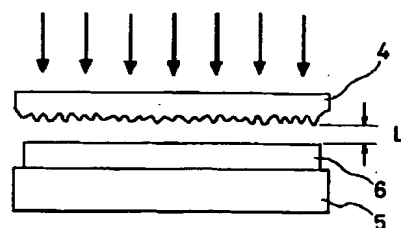
【図 22】図 22 は凹凸を有する反射電極を備えた反射型液晶表示装置の反射特性を説明するための図。

【図 23】感光性樹脂層の実際の膜減量分布の例を示すヒストグラム。

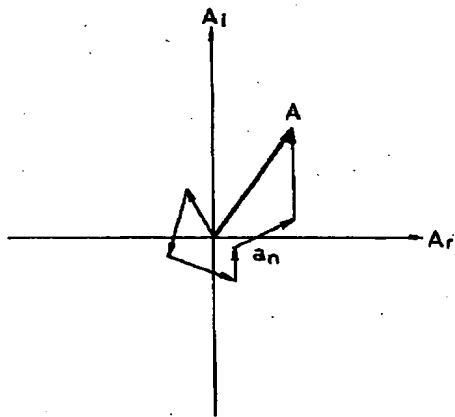
【符号の説明】

1 …… 反射板、	2 …… 基材
3 …… 反射膜、	4 …… 散乱板
5 …… ステージ、	6 …… 感光性樹脂層
20 …… 液晶表示装置、	21 …… 反射電極
22 …… アレイ基板、	23 …… 対向電極
24 …… 対向基板、	25 …… 液晶層
26 …… 薄膜トランジスタ、	27 …… 走査線
28 …… 信号線、	29 …… 絶縁性基板
30 …… 補助容量線、	31 …… ゲート絶縁膜
32 …… 半導体層、	33 …… コンタクトホール
40 …… 散乱板、	41 …… 保護層
42 …… 半透膜	
50 …… 露光装置、	51 …… 光源
52 …… リフレクタ、	53 …… フィルタ
54 …… シャッター、	55 …… 光強度均一化手段
56 …… アパチャー、	57 …… チューニン
グミラー	
58 …… レンズ、	59 …… チャンバー
91 …… 反射電極、	92 …… アレイ基板
93 …… 対向電極、	94 …… 対向基板
95 …… 液晶層	
101 …… 反射電極、	102 …… 基材
103 …… 金属薄膜、	104 …… 平坦化層
105 …… 凸部、	106 …… 凹部

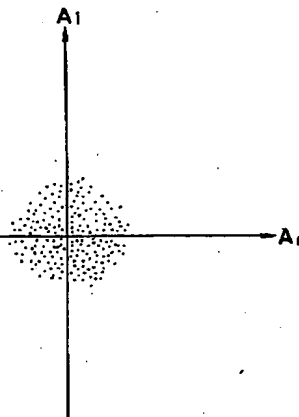
【図 7】



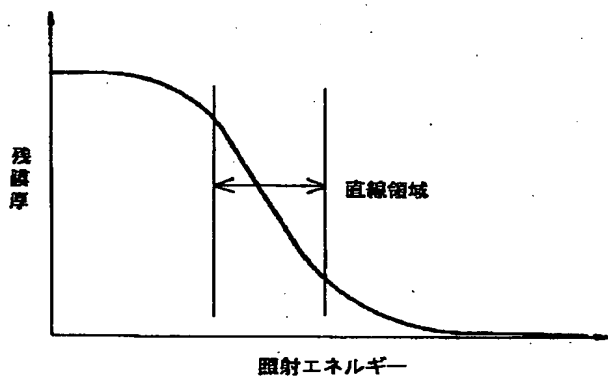
【図1】



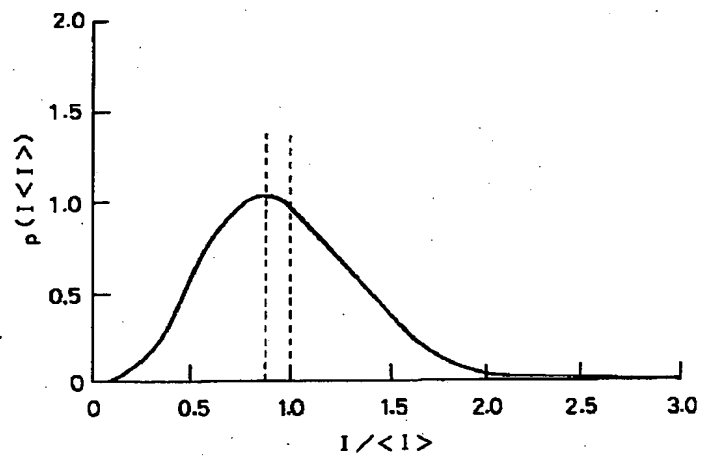
【図2】



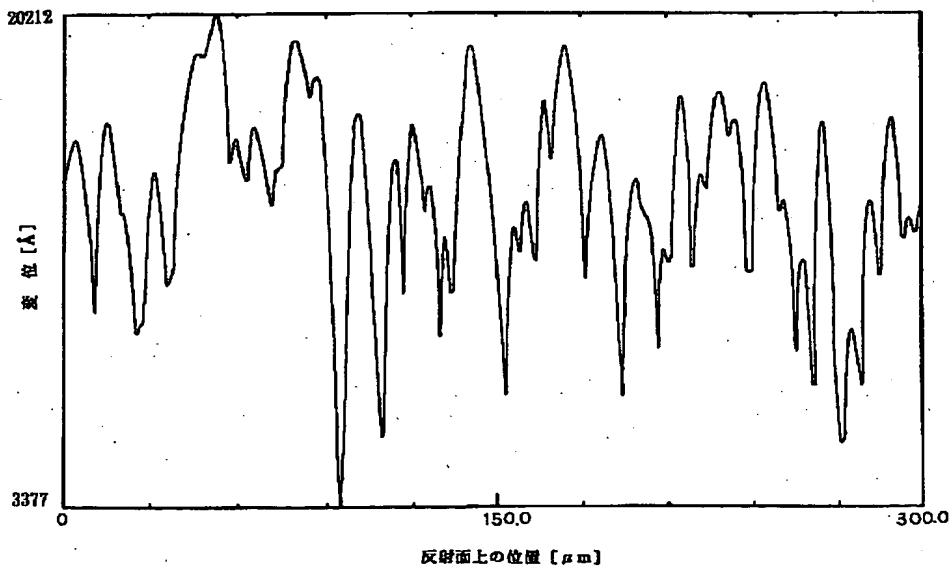
【図3】



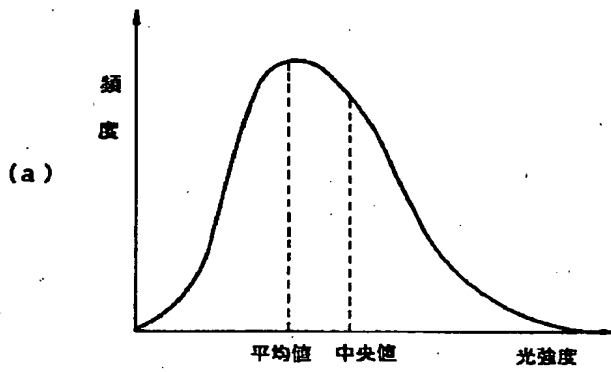
【図4】



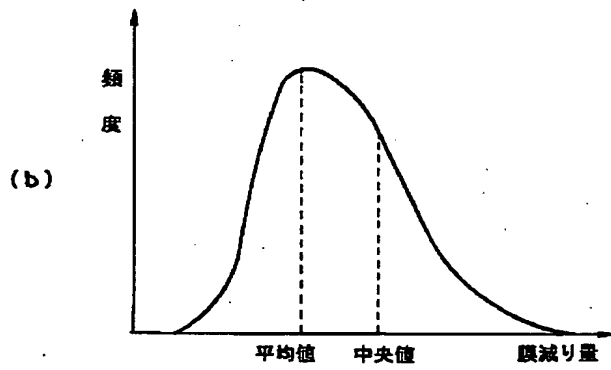
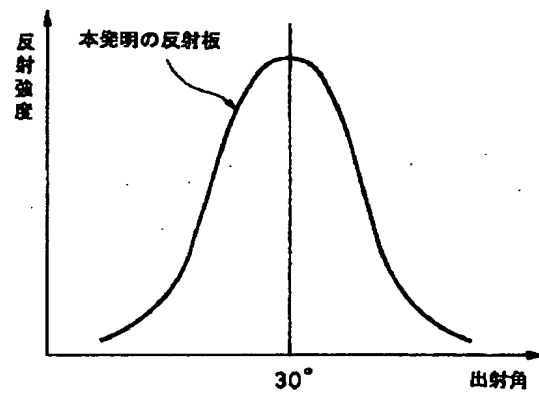
【図8】



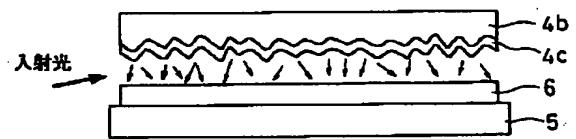
【図5】



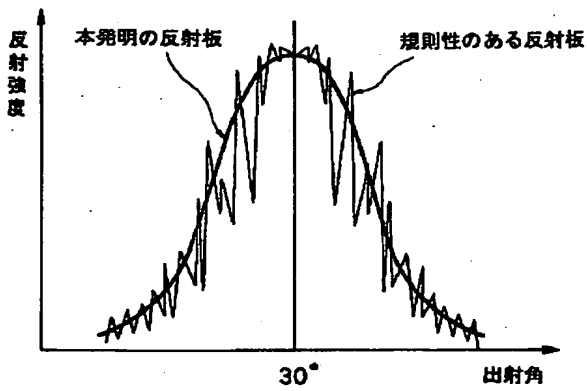
【図9】



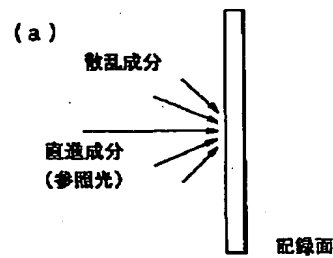
【図15】



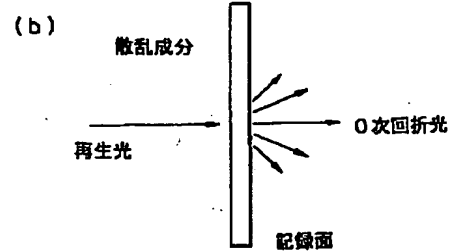
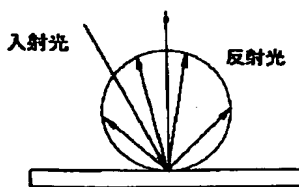
【図10】



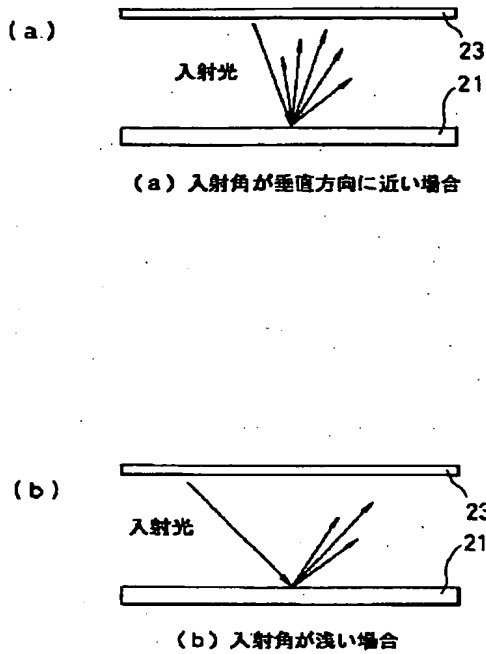
【図11】



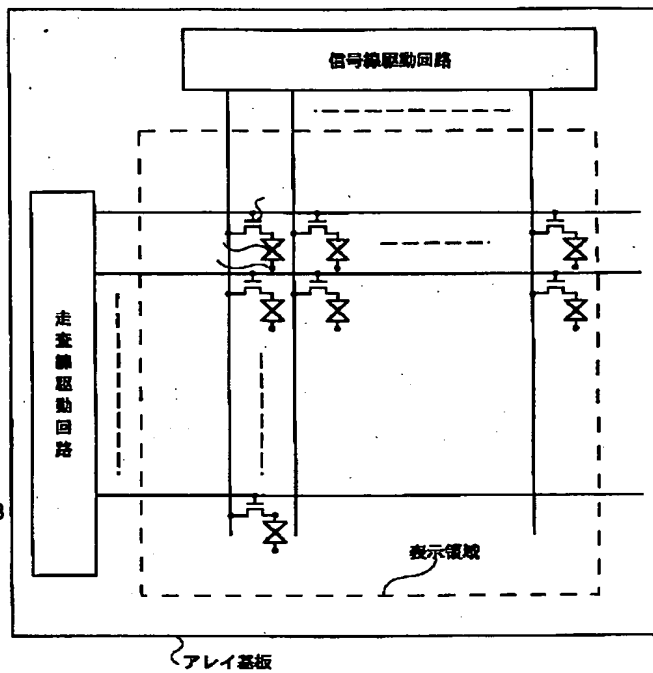
【図18】



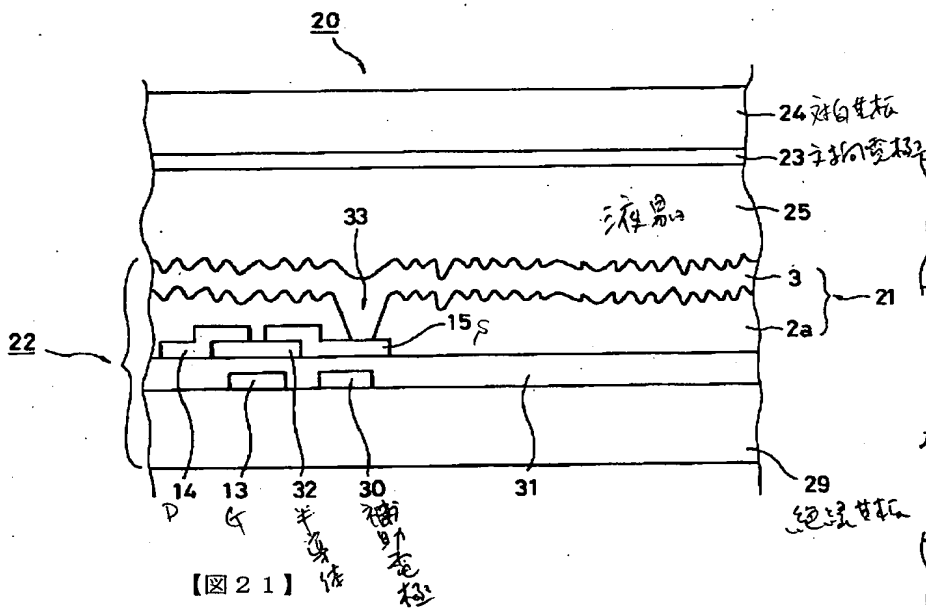
【図12】



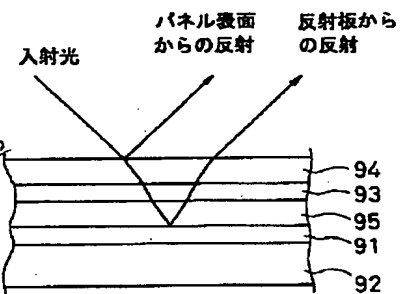
【図14】



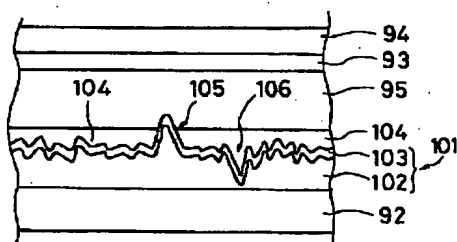
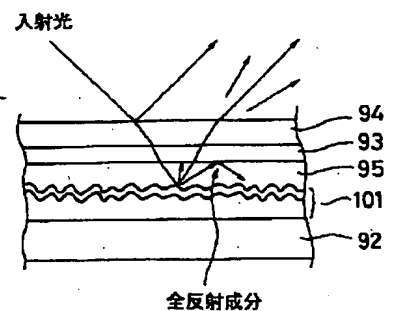
【図13】



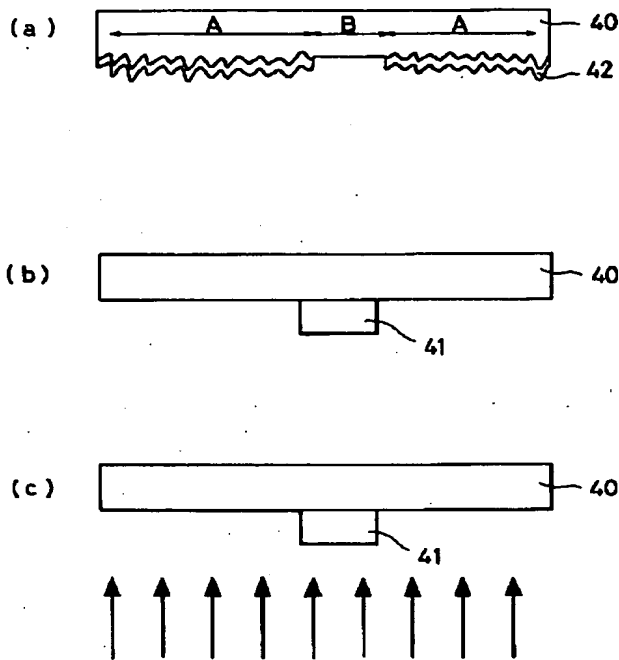
【図19】



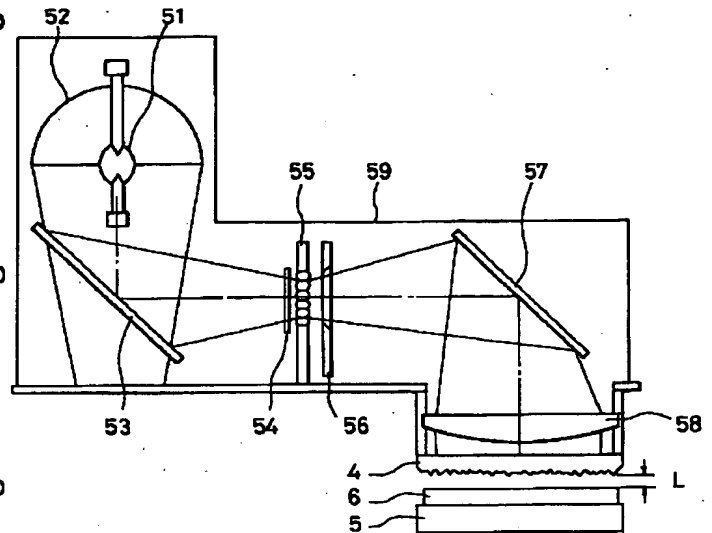
【図22】



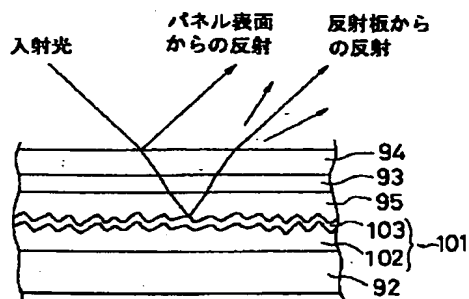
【図16】



【図17】



【図20】



【図23】

